

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 780**

51 Int. Cl.:

**G01H 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2010 E 10769030 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2015 EP 2488839**

54 Título: **Procedimiento de vigilancia, de predicción y de reducción del nivel de energía acústica de una pluralidad de fuentes en medio acuático, y procedimiento de vigilancia, de predicción y de reducción del riesgo de contaminación acústica para las especies marinas**

30 Prioridad:

**14.10.2009 FR 0904933**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**13.07.2015**

73 Titular/es:

**FOLEGOT, THOMAS (100.0%)  
5 Rue Guynemer  
29480 Le Relecq Kerhuon, FR**

72 Inventor/es:

**FOLEGOT, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 540 780 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento de vigilancia, de predicción y de reducción del nivel de energía acústica de una pluralidad de fuentes en medio acuático, y procedimiento de vigilancia, de predicción y de reducción del riesgo de contaminación acústica para las especies marinas

5 La presente invención se refiere a los procedimientos de vigilancia del nivel acústico de una pluralidad de fuentes emisoras de ruido en medio acuático.

De modo más particular, ésta se refiere a un procedimiento de vigilancia del nivel acústico de una pluralidad de fuentes emisoras de ruido, tales como buques, en medio marítimo.

10 Por el documento WAGSTRAFF, « An Ambient Noise Model for the Northeast Pacific Ocean Basin », vol 30a, nº 2 01-04-2005, páginas 286-294, se conoce un procedimiento de estimación del nivel acústico oceánico generado por una pluralidad de buques.

15 Por el documento ERBE y FARMER, « A software model to estimate zones of impact on marine mammals around anthropogenic noise », The Journal of the acoustical society of america, vol. 108, nº 3, 01-09-2000, páginas 1327-1331, se conoce la estimación del nivel acústico generado por las emisiones acústicas submarinas producidas por un cañón de aire en función de la distancia a la fuente y de la profundidad a fin de evaluar su impacto sobre las poblaciones de mamíferos marinos.

Por el estado de la técnica se conocen medios que permiten en un instante dado medir el nivel sonoro en un punto dado en medio acuático. Estos medios consisten en transductores electroacústicos, o hidrófonos, y en sistemas de adquisición electrónica, situados en el mar, a partir de los cuales es evaluado el ruido acústico.

20 Sin embargo, los hidrófonos ofrecen una medición directa, puntual y localizada en la posición geográfica del hidrófono. La evaluación de la contaminación acústica realizada a partir de los datos medidos por el hidrófono ofrece por tanto una estimación local poco precisa que es arriesgado extrapolar para especies alejadas de este último.

La presente invención pretende paliar este inconveniente y ofrecer una vigilancia del nivel sonoro real en cualquier punto de un espacio determinado en el transcurso del tiempo.

25 A tal efecto, la invención propone un procedimiento caracterizado por que comprende una etapa de modelación de la propagación acústica de la citada fuente en tiempo real, consistiendo esta etapa en: obtener, a partir de una base de datos, por intermedio de medios receptores, datos concernientes a cualesquiera informaciones instantáneas relativas a la fuente, tales como la posición instantánea y la naturaleza de la fuente, leer, en bases de datos establecidas, datos relativos al nivel sonoro radiado por la citada fuente, leer, en bases de datos establecidas, datos  
30 relativos a uno o varios parámetros que caracterizan al menos una interfaz que delimita el medio acuático correspondiente al espacio determinado, calcular la velocidad del sonido en el agua a partir de datos oceanográficos accesibles a bases de datos del espacio determinado, calcular a partir de un calculador el nivel de energía acústico radiada por al menos una fuente emisora de ruido en cualquier punto del espacio y en tiempo real, a partir de los datos anteriormente recibidos, leídos y calculados transmitidos al calculador.

35 Gracias a estas disposiciones, el procedimiento permite obtener una estimación de un nivel sonoro, en tiempo real y en cualquier punto de un espacio determinado, con una precisión mejorada con respecto a los procedimientos de la técnica anterior.

De acuerdo con otras características:

40 - las informaciones relativas a la posición de la fuente son recibidas automáticamente por los medios receptores desde un sistema de emisión continua de mensajes que contienen informaciones características de las fuentes tales como el AIS (Automated Identificaron System) o LRIT (Long Range Identification Tracking) instalado a bordo de la citada fuente;

- los parámetros que caracterizan al menos una interfaz del medio acuático son datos de batímetro y/o datos geológicos del espacio determinado;

45 - el procedimiento comprende además, previamente a la etapa de cálculo de la energía acústica propagada, una etapa de cálculo de pérdida de la propagación del sonido a la superficie del medio acuático a partir de datos meteorológicos del espacio concernido;

50 - el procedimiento comprende las etapas siguientes: Medición de al menos un nivel de energía acústica medido en tiempo real en una posición determinada en el citado espacio, optimización de los niveles de energía acústica calculados a partir de al menos un nivel de energía acústica medido, con el fin de reducir el error entre el nivel de energía calculado de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes y el nivel de energía medido;

- el procedimiento consiste en: realizar la etapa de modelación de la propagación acústica en tiempo real, para cada una de las fuentes emisoras de ruido presentes en el espacio determinado, cálculo para el espacio determinado, de los niveles de energía acústica global a partir del conjunto de los modelos de propagación acústica obtenidos en tiempo real para cada una de las fuentes.

5 La invención concierne también a un procedimiento de predicción del nivel de energía acústica global en medio acuático, especialmente en medio oceánico, marítimo o fluvial. En lo que sigue de la descripción, se entiende por medio acuático, el agua en medio natural, por ejemplo los océanos, los mares, los lagos y los ríos. El procedimiento de predicción comprende las etapas siguientes: una etapa de recepción automática y de lectura de informaciones instantáneas relativas al rumbo y a la velocidad de al menos una fuente emisora de ruido, una etapa de cálculo, a partir de las informaciones leídas en la etapa precedente, de una posición futura en un instante determinado de al menos una fuente, una etapa de puesta en práctica del procedimiento de vigilancia para la posición futura calculada de la citada fuente emisora, de modo que se obtenga una imagen predictiva de los niveles de energía acústica global.

15 La invención concierne también a un procedimiento de reducción de la contaminación acústica en medio acuático, especialmente en medio marítimo, consistente en poner en práctica el procedimiento de predicción de modo que se obtenga una imagen predictiva de los niveles de energía acústica global en un instante determinado, calcular, para al menos una fuente, la energía radiada para una combinación de posiciones ficticias posibles y determinación de la posición ficticia para la cual la energía acústica global está minimizada en el instante determinado, transmisión del rumbo y de la velocidad que hay que mantener a la citada fuente emisora para alcanzar la posición ficticia determinada en el instante determinado.

20 La invención concierne también a un procedimiento de vigilancia, de predicción y de reducción del riesgo de contaminación acústica para las especies marinas que será descrito en detalle en lo que sigue de la descripción.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán en el transcurso de la descripción que sigue de uno de sus modos de realización, dado a título de ejemplo no limitativo, en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 25 - La figura 1 representa un diagrama de un procedimiento de vigilancia de acuerdo con la invención,
- La figura 2 ilustra un mapa de repartición del nivel máximo de la energía acústica para una zona determinada y un instante dado,
- La figura 3 ilustra, para una zona idéntica y en el mismo instante que el de la figura 2, profundidades de los niveles sonoros más elevadas;
- 30 - La figura 4 ilustra los diferentes datos tenidos en cuenta para poner en práctica el procedimiento de acuerdo con la invención.

35 Las actividades marítimas (tráfico comercial, náutica de placer, sonar militar, prospección sísmica, etc...) son generadoras de ruidos por vibraciones mecánicas que se convierten y radian en el agua en forma de ondas sonoras. Se trata de los ruidos de hélices y de sus cavitaciones, de las vibraciones de los motores, de los ruidos de perforación de plataforma, de los sonares sísmicos de exploración petrolífera, de los sonares militares, de los ruidos de aviones, etc... Las actividades citadas anteriormente están en pleno crecimiento y las ondas acústicas se propagan más deprisa y mucho más lejos en el agua que en el aire, en distancias comprendidas entre algunos kilómetros hasta centenares de kilómetros en función de las condiciones oceanográficas y de las frecuencias sonoras.

40 La emisión de ruido debajo del agua es considerada como una contaminación, de la misma manera que las contaminaciones de hidrocarburos. Se reconoce que la contaminación acústica afecta directamente a la biodiversidad marina, en particular a los mamíferos marinos y a las tortugas marinas, especies amenazadas de extinción en su mayoría, pero también a los peces.

45 A fin de evaluar lo mejor posible el nivel sonoro en los océanos, y así poder controlarle mejor, y de poder disminuirle, la presente invención propone un procedimiento de vigilancia del nivel acústico que permita modelar la propagación acústica de cada una de las fuentes emisoras de ruido situadas en un espacio determinado en el transcurso del tiempo. El resultado obtenido puede ser representado por una imagen en dos dimensiones visible en la figura 1 aneja.

50 De esta manera, la contaminación acústica submarina, no es medida localmente de manera arbitraria según la posición del sensor, sino que es determinada directamente para cada fuente, cualquiera que sea su posición, lo que ofrece un resultado más fiable y permite tener en cuenta el conjunto de las fuentes emisoras de ruido, que pueden estar en movimiento o bien ser inmóviles durante una duración determinada.

El procedimiento de vigilancia de acuerdo con la invención es puesto en práctica por un sistema 10 ilustrado en la figura 1. La modelación de la propagación acústica en tiempo real se obtiene de la manera siguiente.

5 El sistema 10 que permite poner en práctica el procedimiento de acuerdo con la invención permite obtener, a partir de una base de datos regularmente actualizada, datos relativos a la posición instantánea de al menos una fuente 14 emisora de ruido. De acuerdo con el modo de realización particular, el sistema comprende medios receptores 12 adaptados para recibir automáticamente y para leer datos relativos a la posición instantánea, es decir la posición en tiempo real, de al menos una fuente emisora 14 de ruido situada en el citado espacio. La posición es definida por las coordenadas de latitud, de longitud y de profundidad de la fuente.

10 Esta etapa es puesta en práctica especialmente gracias al sistema de vigilancia marítimo basado en la instalación AIS (Automated Identification System – sistema de identificación automática) o el LRIT (Long Range Identificaron Tracking – trazado de identificación a larga distancia) colocados a bordo de los buques. El AIS y el LRIT son sistemas de emisión continua de mensajes radio que contienen informaciones características de los buques, en tiempo real. Una red de estaciones receptoras en tierra o de receptores satélite permite recoger en cada instante estas informaciones. Así, estas informaciones pueden ser retransmitidas a un ordenador distante que podrá utilizarlas para determinar especialmente la posición de cada buque equipado con el AIS o el LRIT.

15 El AIS o el LRIT permiten retransmitir informaciones 114 datadas e instantáneas relativas especialmente a la latitud, la longitud, la velocidad, el rumbo, la procedencia, el destino, y relativas a la naturaleza de la fuente tales como el tipo de buque y el nivel de carga.

Es así posible extraer, en tiempo real, la posición exacta del buque 14 para el cual se desea establecer la radiación del ruido que éste genera en el océano.

20 Además, gracias a las informaciones que se refieren a la velocidad y a la carga y al tipo de buque 14, es posible entonces estimar, por intermedio de bases de datos 16a preestablecidas, conocidas por el especialista en la materia, el nivel sonoro emitido por el buque.

A continuación, el procedimiento de acuerdo con la invención consiste en determinar para el espacio en el cual se encuentra la citada fuente 14, datos relativos a uno o varios parámetros que caracterizan al menos una interfaz del medio acuático en el espacio determinado.

25 Estos parámetros son por ejemplo informaciones de batímetro 116b del espacio marítimo concernido, de modo que se obtengan las informaciones relativas a las profundidades marinas del citado espacio. Las informaciones de batímetro son accesibles a bases de datos 16b mundiales, tales como la base de datos ETOPO de la « Nacional Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA ».

30 Estos parámetros son también, especialmente, informaciones relativas a la naturaleza de los fondos submarinos, a partir de las cuales es posible determinar datos geoacústicos 116c del fondo marino, especialmente la densidad y la absorción acústica. Estas informaciones son accesibles a bases de datos mundiales 16c.

35 Estos parámetros son también especialmente informaciones oceanográficas 118 relativas a las características del agua (océano, mar, ríos, lagos...) en un espacio que circunda a un buque o a una fuente de ruido, tales como la temperatura del agua y la salinidad. Estas informaciones son utilizadas entonces para determinar la velocidad del sonido en el agua. Estas informaciones están basadas en estadísticas anuales o bien son medidas a intervalos regulares por la recepción automática de los datos procedentes de los sistemas de predicciones oceanográficas y son accesibles a bases de datos 18 mundiales tipo « mercator ». En este último caso el procedimiento tiene en cuenta las últimas informaciones oceanográficas disponibles, es decir los últimos datos actualizados, concernientes al espacio determinado. El especialista en la materia conoce las fórmulas que permiten determinar la velocidad del sonido en el agua en cualquier punto de un espacio dado a partir de los parámetros de oceanografía física, tales como la temperatura y la salinidad.

40 Por ejemplo, el cálculo de la velocidad del sonido a partir de la temperatura y de la salinidad y de la presión puede ser efectuado de acuerdo con el método enunciado en la referencia: Fofonoff, P. and Millard, R. C. Jr, Unesco 1983, « Algorithms for computation of fundamental properties of seawater, 1983 » - Unesco Tech. Pap. In Mar. Sci., No. 44, 53 pp, y por métodos de interpolación: interpolación lineal, cúbica, spline, o por modelo de estructura.

Esta referencia se da a título de ejemplo y es no limitativa.

El ruido producido por un buque se propaga en distancias muy importantes, en función de la frecuencia acústica de la onda sonora, en las tres dimensiones del espacio, y puede reflejarse sobre el fondo y la superficie de los océanos, y es refractado en « canales » de propagación submarina en función de las condiciones oceanográficas locales.

50 Por esta razón la energía acústica radiada desde la posición del buque, o de la fuente emisora de ruido en cualquier punto del espacio y en un instante t es calculada entonces a partir de los datos citados anteriormente.

55 Este cálculo puede ser realizado a partir de simuladores de propagación acústica 20 conocidos por el especialista en la materia, especialmente Bellhop. Los resultados de la modelación de la propagación acústica en tiempo real de cada fuente pueden ser representados en forma de una imagen en tres dimensiones que represente el nivel de energía acústica propagado en cada punto del espacio.

Es posible entonces extraer un mapa en dos dimensiones 21 del nivel de energía acústica, tal como se ve en la figura 1.

5 A partir de los resultados calculados anteriormente, es posible calcular y seguir la evaluación espacial y temporal de la contaminación acústica global resultante de la acumulación colectiva de las energías sonoras propagadas por un gran número de buques en largas distancias y grandes profundidades. A tal efecto, los medios de cálculo que permiten calcular el nivel de energía acústica propagada están unidos a un medio de combinación que permite establecer a partir del conjunto de las energías acústicas calculadas para cada una de las fuentes un nivel de energía acústica global para cada punto del espacio tridimensional estudiado. Los niveles de energía acústica global pueden ser representados por una imagen en tres dimensiones.

10 El resultado es obtenido en forma de una imagen que forma una representación en tres dimensiones, en el espacio determinado, del nivel de energía acústica global para cada punto del espacio, siendo asociado cada nivel de energía acústica global a un color determinado y siendo asociado cada punto del espacio a sus propias coordenadas de longitud, latitud y profundidad.

15 Es posible entonces obtener, a partir de medios conocidos por el especialista en la materia, un mapa en dos dimensiones que represente por ejemplo los niveles máximos de energía acústica global (en dB) para cada coordenada definida por una latitud y una longitud, ilustrada en la figura 2.

20 La figura 3 ilustra otra posibilidad de representación de los resultados obtenidos a partir del procedimiento de vigilancia de acuerdo con la invención. En particular, la figura 3 representa para una zona idéntica a la de la figura 2, las diferentes profundidades de los niveles sonoros más elevados. Estos resultados pueden ser correlacionados con la presencia de especies marinas en las profundidades ilustradas, como se describirá en lo que sigue de la descripción.

25 De acuerdo con una variante de la invención, el cálculo de la energía acústica tiene en cuenta la reflexión de la onda sonora sobre la superficie del medio acuático. A tal efecto, previamente al cálculo de la energía acústica, se realiza una etapa de cálculo de las pérdidas de propagación del sonido a la superficie del medio acuático a partir de datos meteorológicos 124 accesibles a las bases de datos 24, y basados en estadísticas o medidas a intervalos regulares. Gracias a estas disposiciones, el cálculo de la energía acústica es afinado con respecto al estado de la superficie del medio acuático. Si esta última es plana, la propagación del sonido será mejor que si esta última es rugosa.

30 De acuerdo con otra variante de realización, el cálculo de los niveles de energía acústica 126 de cada fuente tiene en cuenta la recepción de al menos una medición de la energía acústica en tiempo real en una posición determinada en el citado espacio por un transductor electroacústico o cualquier otro sistema de medición. Es así posible optimizar los niveles de energía acústica a partir del nivel de energía acústica real medido por el transductor de modo que se reduzca el error entre el nivel de energía calculada y el nivel de energía medida. Este cálculo es realizado por un método de asimilación de datos conocido por el especialista en la materia.

35 El procedimiento de acuerdo con la invención permite también predecir el nivel sonoro, y por consiguiente la contaminación acústica, en el medio marítimo estudiado. A tal efecto, el procedimiento comprende las etapas de recepción y de lectura de informaciones relativas al rumbo y a la velocidad de al menos una fuente emisora de ruido, con el fin de extrapolar la posición futura de la citada fuente a partir de las informaciones recibidas de los sistemas de recepción de los datos AIS. Después, el procedimiento consiste en calcular, a partir de las informaciones recibidas y leídas en la etapa precedente, para la citada fuente, una posición futura en un instante determinado. 40 Finalmente, el procedimiento consiste en poner en práctica el cálculo del nivel de energía acústica radiante desde cada posición futura calculada de la fuente emisora, y determinar niveles predictivos de energía acústica global ilustrada por una imagen en tres dimensiones.

45 El procedimiento de acuerdo con la invención permite también reducir la contaminación acústica en medio acuático a partir de la imagen predictiva de los niveles acústicos enunciados anteriormente. A tal efecto, el procedimiento de reducción de la contaminación acústica comprende las etapas de cálculo, para al menos una fuente, de la energía radiada para una combinación de posiciones ficticias posibles y una etapa de determinación de la posición ficticia para la cual la energía acústica global está minimizada en el instante determinado. El procedimiento consiste después en transmitir el rumbo y la velocidad que hay que mantener, por medios de comunicación adaptados de tipo satélite, radio o teléfono, a la citada fuente emisora para alcanzar la posición ficticia determinada en el instante 50 determinado, con el fin de optimizar la posición de los buques en un futuro próximo y de disminuir la contaminación acústica.

De acuerdo con otro modo de realización, la invención concierne a un procedimiento de vigilancia, de predicción y de reducción del riesgo de contaminación acústica para las especies marinas presentes en el espacio determinado.

55 A tal efecto, para cada instante y para cada posición geográfica y para cada profundidad, se representa el nivel de energía acústica global a una escala de valor, por ejemplo entre 0 y 1. Este valor es multiplicado entonces por la probabilidad de presencia de las especies marinas, lo que permite dar una medición del riesgo de contaminación de

las actividades marinas a las especies marinas consideradas. Se obtiene así una cartografía en tres dimensiones de los riesgos de contaminación en tiempo real y para cualquier punto del océano.

5 A partir del procedimiento de predicción descrito anteriormente, es posible entonces deducir una predicción del riesgo de contaminación acústica para las especies marinas. A tal efecto, se obtiene una imagen predictiva de los niveles de energía acústica global, y después se determina para cada profundidad del espacio determinado, una probabilidad de presencia de las especies marinas, y se calcula a partir de los datos anteriormente obtenidos, un riesgo de contaminación acústica predictivo para cada profundidad del espacio determinado, en el instante determinado.

10 Finalmente, a partir de la imagen predictiva de los riesgos de contaminación acústica predictivos obtenida anteriormente, es posible poner en práctica un procedimiento de reducción del riesgo de contaminación acústica para las especies marinas. A tal efecto, se calcula, para al menos una fuente, el riesgo de contaminación acústica para una combinación de posiciones ficticias posibles, y se determina después la posición ficticia para la cual el riesgo de contaminación acústica está minimizado en el instante determinado, y se transmite el rumbo y la velocidad que hay que mantener a la citada fuente emisora para llegar a la posición ficticia determinada en el instante  
15 determinado.

La presente invención no está en modo alguno limitada a los modos de realización descritos e ilustrados anteriormente que se han dado solamente a título de ejemplo para el medio acuático. Ésta podrá aplicarse también a los medios fluviales o a los lagos.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de vigilancia del nivel acústico de una pluralidad de fuentes (14) situadas en un espacio determinado, comprendiendo la pluralidad de fuentes al menos una fuente emisora de ruido, en medio oceánico, por ejemplo un buque, caracterizado por que comprende una etapa de modelación de la propagación acústica de la citada fuente en tiempo real, consistiendo esta etapa en:
- 5
- Obtener, a partir de una base de datos, por intermedio de medios receptores (12), datos (114) concernientes a todas las informaciones instantáneas relativas a la fuente, que comprenden la posición instantánea y la naturaleza de la fuente emisora de ruido,
  - Leer en bases de datos establecidas (16a) datos (116a) relativos al nivel sonoro radiado por la citada fuente,
- 10
- Leer en bases de datos establecidas (16b, 16c) datos (116b, 116c) relativos a uno o varios parámetros que caracterizan al menos una interfaz que delimita el medio oceánico correspondiente al espacio determinado,
  - Calcular la velocidad del sonido en el agua a partir de datos oceanográficos (118) accesibles a bases de datos (18) del espacio determinado,
- 15
- Calcular a partir de un calculador (20) el nivel de energía acústica radiada por al menos una fuente (14) emisora de ruido en cualquier punto del espacio y en tiempo real, a partir de los datos anteriormente recibidos, leídos y calculados transmitidos al calculador (20).
2. Procedimiento de vigilancia de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual los datos (114) relativos a la posición de la fuente son recibidos automáticamente por los medios receptores (12) desde un sistema de emisión continua de mensajes que contienen informaciones características de las fuentes tales como el AIS o LRIT instalado a bordo de la citada fuente.
- 20
3. Procedimiento de vigilancia de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual los parámetros que caracterizan al menos a una interfaz del medio acuático son datos de batímetro (116b) y/o datos geológicos (116c) del espacio determinado.
- 25
4. Procedimiento de vigilancia de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, que comprende además, previamente a la etapa de cálculo de la energía acústica propagada, una etapa de cálculo de pérdida de la propagación del sonido a la superficie del medio acuático a partir de datos meteorológicos (124) del espacio concernido.
- 30
5. Procedimiento de vigilancia de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que comprende igualmente las etapas siguientes:
- Medición de al menos un nivel de energía acústica (126) medido en tiempo real en una posición determinada en el citado espacio,
  - Optimización de los niveles de energía acústica calculados a partir de al menos un nivel de energía acústica medido, con el fin de reducir el error entre el nivel de energía calculado de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes y el nivel de energía medido.
- 35
6. Procedimiento de vigilancia del nivel acústico de una pluralidad de fuentes de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que consiste en:
- Realizar la etapa de modelación de la propagación acústica en tiempo real, para cada una de las fuentes emisoras (14) de ruido presentes en el espacio determinado,
  - Cálculo, para el espacio determinado, de los niveles de energía acústica global a partir del conjunto de los modelos de propagación acústica obtenidos en tiempo real para cada una de las fuentes.
- 40
7. Procedimiento de predicción del nivel de energía acústica global en medio acuático, caracterizado por que comprende las etapas siguientes:
- una etapa de recepción automática y de lectura de informaciones instantáneas relativas al rumbo y a la velocidad de al menos una fuente emisora de ruido,
  - una etapa de cálculo, a partir de las informaciones leídas en la etapa precedente, de una posición futura de la citada fuente en un instante determinado,
  - una etapa de puesta en práctica del procedimiento de vigilancia de acuerdo con la reivindicación 6 para la posición futura calculada de la citada fuente emisora, de modo que se obtenga una imagen predictiva de los niveles de energía acústica global
- 45

8. Procedimiento de reducción de la contaminación acústica en medio acuático, especialmente en medio marítimo, caracterizado por que consiste en
- poner en práctica el procedimiento de predicción de acuerdo con la reivindicación precedente de modo que se obtenga una imagen predictiva de los niveles de energía acústica global en un instante determinado,
- 5
- calcular, para al menos una fuente, la energía radiada para una combinación de posiciones ficticias posibles y determinación de la posición ficticia para la cual la energía acústica global está minimizado en el instante determinado,
  - transmisión del rumbo y de la velocidad que hay que mantener al menos a una fuente emisora para llegar a la posición ficticia determinada en el instante determinado.
- 10
9. Procedimiento de vigilancia del riesgo de contaminación acústica para las especies marinas, caracterizado por que comprende las etapas siguientes:
- puesta en práctica del procedimiento de vigilancia de acuerdo con la reivindicación 6 para el conjunto de las fuentes emisoras de ruido en el espacio determinado de modo que se obtenga una imagen de los niveles de energía acústica global, en tiempo real,
- 15
- determinación para cada profundidad de la zona determinada de una probabilidad de presencia de las especies marinas,
  - cálculo de un riesgo de contaminación acústica para cada profundidad de la zona determinada.
10. Procedimiento de predicción del riesgo de contaminación acústica para las especies marinas caracterizado por que comprende las etapas siguientes:
- 20
- puesta en práctica del procedimiento de predicción de acuerdo con la reivindicación 7 de modo que se obtenga una imagen predictiva de los niveles de energía acústica global,
  - determinación para cada profundidad del espacio determinado de una probabilidad de presencia de las especies marinas,
- 25
- cálculo de un riesgo de contaminación acústica predictivo para cada profundidad del espacio determinado, en el instante determinado.
11. Procedimiento de reducción del riesgo de contaminación acústica para las especies marinas, caracterizado por que comprende las etapas siguientes:
- 30
- Puesta en práctica del procedimiento de predicción de acuerdo con la reivindicación 10 de modo que se obtenga una imagen predictiva de los riesgos de contaminación acústica predictivos para cada profundidad en un instante determinado,
  - Calcular para al menos una fuente el riesgo de contaminación acústica para una combinación de posiciones ficticias posibles,
  - Determinación de la posición ficticia para la cual el riesgo de contaminación acústica está minimizado en el instante determinado,
- 35
- transmisión del rumbo y de la velocidad que hay que mantener a la citada fuente emisora para llegar a la posición ficticia determinada en el instante determinado.



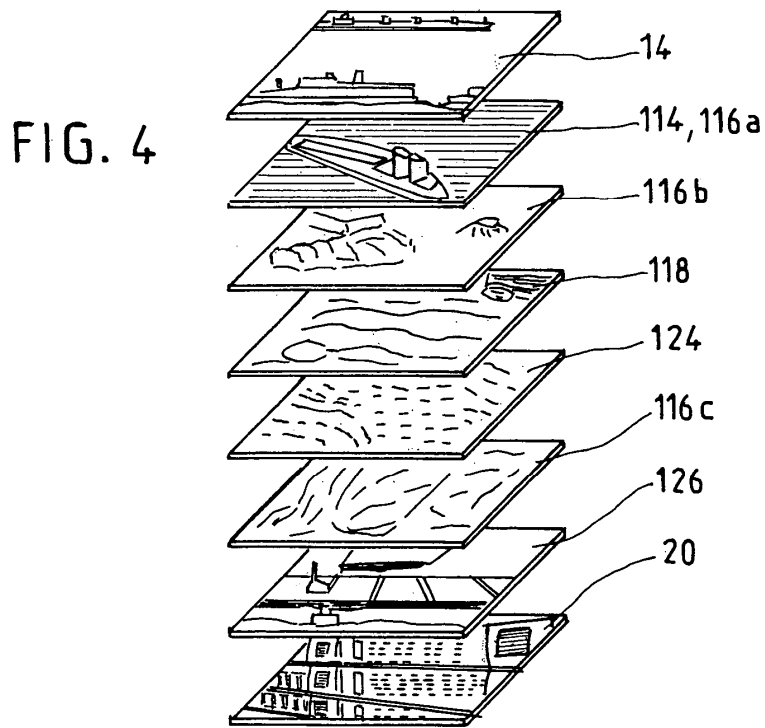
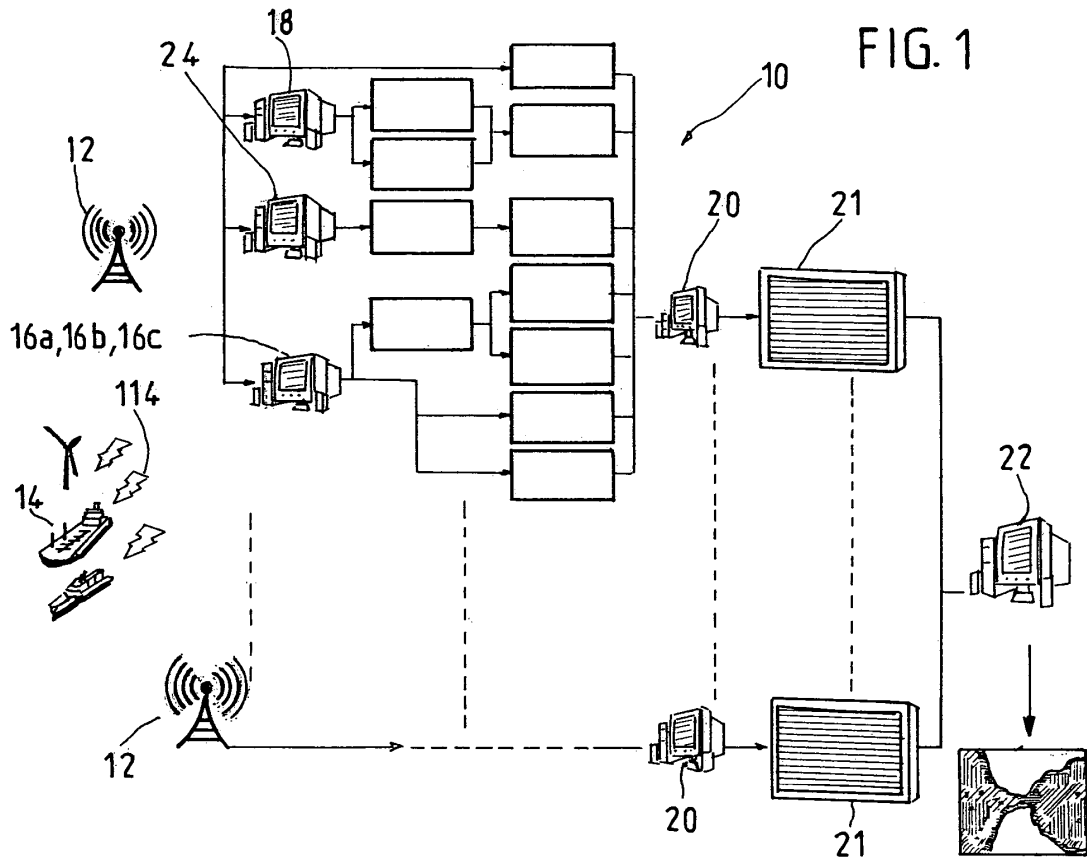


FIG. 2

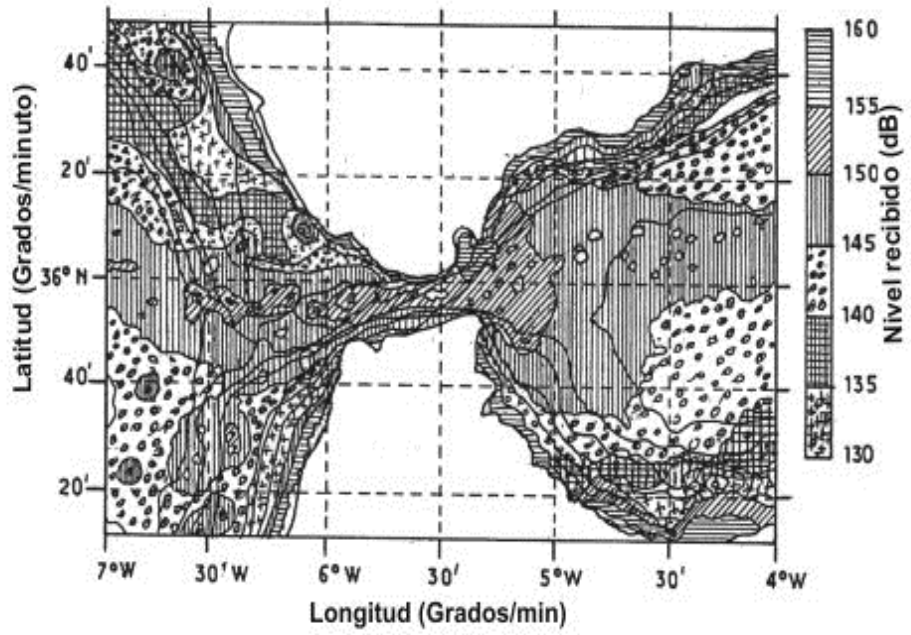


FIG. 3

